



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(РОСПАТЕНТ)

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

рег. No 20/12-52

"25" января 2002 г.

### СПРАВКА

Федеральный институт промышленной собственности Российского агентства по патентам и товарным знакам настоящим удостоверяет, что приложенные материалы являются точным воспроизведением первоначального описания, формулы и чертежей (если имеются) заявки на выдачу патента на изобретение № 98104821, поданной в феврале месяце 27 дня 1998 года (27.02.1998).

**Название изобретения**

Способ получения низших олефинов, реактор для пиролиза углеводородов и аппарат для закалки газов пиролиза

**Заявитель**

ТОО «Научно-производственная фирма «ПАЛЬНА»

**Действительный автор(ы)**

БУШУЕВ Владимир Андреевич



RECEIVED

MAR 12 2002

ТС 1700

Уполномоченный заверить копию  
заявки на изобретение

А.Л. Журавлев  
Заведующий отделом

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ,  
РЕАКТОР ДЛЯ ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДОВ И АППАРАТ  
ДЛЯ ЗАКАЛКИ ГАЗОВ ПИРОЛИЗА

Изобретение относится к нефтехимической промышленности, а именно, к технологиям получения низших олефинов термическим пиролизом углеводородов.

Ближайшим по технической сути и достигаемому результату к данному изобретению является известный способ получения низших олефинов пиролизом углеводородов, включающий подогрев и испарение исходного сырья, его смешение с паром-разбавителем, термический пиролиз в реакторе, охлаждение газов пиролиза и последующее разделение их. В настоящее время этот способ является основным при получении низших олефинов – этилена и пропилена, в промышленных масштабах. Сырьем служат углеводородные газы, а также бензиновые и газойлевые фракции, при этом стоимость сырья составляет более 80% от стоимости производства олефинов.

Предварительно испаренное и смешанное с водяным паром сырье подают в трубчатый реактор. В процессе пиролиза, протекающего в непрерывном режиме, теплота сырью передается топочными газами через стенки реактора. Газы пиролиза подвергают резкому охлаждению (закалке) и отправляют в газоразделительную установку, где из них выделяют низшие олефины, метан, водород, а также легкую и тяжелую смолы пиролиза.

Требуется полное испарение углеводородного сырья перед подачей в трубчатый реактор, поэтому количество пара-разбавителя должно обеспечивать выполнение этого требования. Нагрев до температуры около  $650^{\circ}\text{C}$  может производиться без ограничения по продолжительности, что упрощает проведение этой операции. При более высоких температурах начинаются реакции пиролиза в паровой фазе, среди которых можно выделить реакции, ведущие к образованию олефинов, и вторичные реакции, при которых образовавшиеся олефины расходуются. Поскольку реакции, ведущие к образованию олефинов, сопровождаются значительным поглощением тепла, скорость этих реакций с повышением температуры растет быстрее, чем скорость вторичных реакций. Относительная скорость вторичных реакций снижается также с уменьшением давления. Поэтому увеличить выход олефинов можно либо снижением парциального давления углеводородов в зоне реакции, либо повышением температуры пиролиза при соответствующем сокращении его длительности, то есть повышением жесткости режима пиролиза (см., например, Мухина Т. Н. и др. Пиролиз углеводородного сырья. М. 1987).

Все пиролизные установки снабжают средствами закалочного охлаждения газов пиролиза. Чтобы потери олефинов не превысили допустимого уровня, время закалочного охлаждения газов пиролиза до температуры прекращения вторичных реакций, то есть до  $650^{\circ}\text{C}$ , не должно превышать 10...15% от времени пребывания сырья в зоне пиролиза (см., например, Abright L. F., Crynes B. L., Corcoran W. H., *Pyrolysis: Theory and Industrial Practice*, Academic Press, N-Y-London, 1983). Известны два способа закалочного охлаждения: прямое, непосредственным контактом с водой или другими жидкостями,

впрыскиваемыми в поток газа, и не прямое, с использованием теплообменного аппарата. Прямое охлаждение неэкономично, так как увеличивает продуктовый поток, подлежащий разделению в газоразделительной установке, и снижает возможности утилизации тепла, содержащегося в газах пиролиза. Поэтому обычно применяют не прямое охлаждение в закально-испарительных аппаратах, вырабатывающих пар высокого давления (см., например, Бабаш С. Е. и др. Утилизация тепла в закально-испарительных аппаратах. М. 1987).

Общей проблемой всех трубчатых пиролизных установок является коксование стенок пиротруб и расположенных ниже по потоку аппаратов, требующее периодического выжигания коксовых отложений.

На протяжении последних сорока лет увеличение выхода олефинов данным способом достигалось повышением температуры пиролиза, практически без изменения давления в реакционной зоне. До начала шестидесятых годов применялись режимы пиролиза с конечной температурой процесса около  $750^{\circ}\text{C}$  и временем контакта  $1...2$  с. В дальнейшем температура процесса была поднята до  $800^{\circ}\text{C}$  при времени контакта  $0,6...0,7$  с. В семидесятые годы стали применять пиролиз с температурой процесса  $830...850^{\circ}\text{C}$  и временем контакта  $0,3...0,4$  с. В итоге были созданы трубчатые печи пиролиза типа «Миллисеконд» с временем пребывания сырья в зоне пиролиза  $0,07...0,1$  с при температуре процесса  $870...900^{\circ}\text{C}$ . Давление на входе в пиротрубу составляет  $0,27...0,41$  МПа, на выходе около  $0,18...0,19$  МПа. При этом достигнуты следующие выходы коммерчески ценных продуктов.

Сырье	Выход, % к массе углеводородного сырья		
	Этилен	Пропилен	Бутадиен
70% этан 30% пропан	50,7	4,2	2,4
Нафта	34,3	14,8	5,2
Вакуумный газойль	28,5	15,3	7,4

Дальнейшее повышение температуры пиролиза в трубчатых установках считается нецелесообразным, так как это привело бы к недопустимому ухудшению других их характеристик – снижению производительности и сокращению длительности пробега между выжигами кокса (см. NOWOWIEJSKI G. B. et ORRISS R., Le craquage de gasoil sous vide par la technique milliseconde, *Petrole et techniques* № 305-mars 1984, pp 30...37).

Вместе с тем очевидно, что выходы олефинов можно было бы значительно поднять за счет снижения давления в зоне пиролиза. Но этого нельзя сделать при использовании трубчатых реакторов, где передача тепла в зону реакции производится через стенки пиротрубы.

Ближайшим по назначению и достигаемому результату к реактору по данному изобретению является многопоточный трубчатый реактор типа «Миллисеконд», содержащий патрубок для подвода сырья в виде коллектора, к которому присоединены несколько десятков прямых вертикальных пиротруб длиной около 10 метров и диаметром 25...35 мм, расположенных в радиационной камере печи, обогреваемой горелками. Выходы пиротруб, служащие патрубками для отвода газов пиролиза, непосредственно соединены с закалочно-испарительными аппаратами типа «труба в трубе», в которых охлаждаются газы

пиролиза. Особенностью этих установок является высокая теплонапряженность поверхности пиротрубы, из-за которой температура сырья вблизи стенки больше, чем в центре трубы, на  $100...300^{\circ}\text{C}$ . Более высокая температура в пристенном слое способствует протеканию здесь вторичных реакций, при которых расходуются олефины, и образованию коксовых отложений. Неравномерность нагрева сырья по потокам в связи с не вполне равномерным распределением расходов по пиротрубам и неравномерным обогревом пиротруб также способствует снижению выходов олефинов. Выжиг коксовых отложений в пиротрубках производится чистым паром через каждые 8...12 дней работы и продолжается около 12 часов. Температура внешней поверхности пиротруб в процессе работы может достигать  $1080^{\circ}\text{C}$ .

Дальнейшее повышение температуры пиролиза в этой установке нецелесообразно не только потому, что для этого потребовалось бы повысить температуру пиротруб, но еще и потому, что для этого потребовалось бы уменьшить внутренний диаметр пиротруб, а это привело бы к снижению производительности и сокращению длительности пробега печи между выжигами кокса. Снижать давление в зоне реакции также нецелесообразно, так как это привело бы к снижению производительности. Таким образом, технические характеристики трубчатых реакторов пиролизных установок достигли насыщения и сколько-нибудь значительное их улучшение требует изменения принципа действия (см. NOWOWIEJSKI G. B. et ORRISS R., *Le craquage de gasoil sous vide par la technique milliseconde*, *Petrole et techniques* № 305-mars 1984, pp 30...37).

Ближайшим по технической сути и достигаемому результату к аппарату для закалки газов пиролиза по данному изобретению является известный аппарат для закалки газов пиролиза в трубчатых печных установках, содержащий теплообменник, имеющий разделенные стенкой объемы, в одном из которых движутся охлаждаемые газы пиролиза, а в другом находится кипящая вода. В этом аппарате, имеющем кожухо-трубчатую конструкцию, газы пиролиза движутся по трубкам. Аппараты такого типа генерируют пар давлением до 13...14 МПа (см. U. S. Patent 3,392,211 Buschmann K. et al. Production of Ethylene by thermal Cracking of Hydrocarbons).

Ввиду малого диаметра трубок теплообменника аппарат создает большое сопротивление потоку охлаждаемого газа и чувствителен к закоксовыванию. Аппараты такого типа обычно создают перепад давлений в очищенном состоянии не менее 0,02...0,03 МПа, а в закоксованном состоянии до 0,07 МПа и выше, что повышает давление в расположенном выше по потоку реакторе пиролиза и снижает выход олефинов. Снизить потери давления на закалочном аппарате можно лишь уменьшая скорость газа в теплообменных трубках и увеличивая их диаметр, но такое решение недопустимо, так как привело бы к снижению скорости закалочного охлаждения.

Данное изобретение решает задачу увеличения выходов низших олефинов при термическом пиролизе углеводородов за счет снижения выходов метано-водородной фракции и смол - тяжелых продуктов пиролиза.

Поставленная задача решается путем снижения давления в реакционной зоне, а также путем увеличения равномерности нагрева

реагирующей смеси в реакционной зоне, а также путем сокращения продолжительности закалочного охлаждения продуктов пиролиза до температуры прекращения вторичных реакций.

Указанная задача решается тем, что в способе получения низших олефинов пиролизом углеводородов, включающем подогрев и испарение исходного сырья, его смешение с паром-разбавителем, термический пиролиз в реакторе, охлаждение газов пиролиза и последующее разделение их, в отличие от известного способа по прототипу для термического пиролиза используют реактор в виде лопаточной машины, рабочим телом которой являются газы пиролиза. Таким образом, тепло, необходимое для проведения реакции пиролиза, генерируют непосредственно в объеме реагирующей смеси за счет гидродинамического торможения ротора реактора, вращаемого приводом. При этом устраняются проблемы, связанные с передачей тепла в зону реакции через стенки реактора, включая высокое давление в реакционной зоне и неравномерный нагрев сырья по сечению потока. Способ может быть использован при пиролизе газообразного или испаренного углеводородного сырья, такого как этан, пропан, нефть, бензин, керосин, атмосферный и вакуумный газойли и им подобных. Поток сырья может содержать добавки, инициирующие желаемые реакции пиролиза или ингибирующие образование коксовых отложений.

В конкретном случае реализации способа в качестве привода реактора применен газотурбинный двигатель.

При конкретной реализации способа подогрев сырья и пар-разбавителя производят в теплообменнике, который соединяют с выхлопным патрубком газотурбинного двигателя.



При еще одной конкретной реализации способа после подогрева сырья производят дополнительный его подогрев в теплообменнике, соединенном с патрубком отвода газов пиролиза из реактора.

Указанная задача решается еще и тем, что реактор для пиролиза углеводородов, включающий патрубки для подвода сырья и отвода газов пиролиза, в отличие от известного реактора по прототипу выполнен в виде лопаточной машины, содержащей корпус и ротор, в корпусе выполнена полость, в которой размещены неподвижные направляющие лопатки, соединенные с корпусом, и ротор с рабочими лопатками, при этом патрубки для подвода сырья и отвода газов пиролиза сообщены с этой полостью.

В конкретной форме исполнения корпус реактора состоит из кожуха и скрепленной с ним внутренней жаропрочной оболочки, при этом кожух изнутри покрыт теплоизоляцией.

В другой конкретной форме исполнения рабочие лопатки ротора выполнены радиальными и имеют каналы, сообщающиеся с патрубками для подвода сырья.

Указанная задача решается еще и тем, что аппарат для закалки газов пиролиза, содержащий теплообменник, имеющий разделенные стенкой объемы охлаждаемой и нагреваемой сред, в отличие от известного аппарата по прототипу снабжен тройником и струйным эжектором, состоящим из сопла, приемной камеры и камеры смешения, причем камера смешения эжектора и один из патрубков тройника сообщены с объемом охлаждаемой среды, а приемная камера эжектора соединена с другим патрубком тройника. При такой конструкции аппарата короткое время закалки сочетается с малым перепадом

давлений в закалочном аппарате. Вызываемое этим уменьшение давления в реакторе усиливает эффект, достигаемый другими объектами изобретения.

Изобретение поясняется чертежами, где:

На фигуре 1 изображена принципиальная схема установки для реализации способа получения низших олефинов, на фигуре 2 изображен продольный разрез (ломанный) реактора для пиролиза углеводородов, на фигуре 3 изображен поперечный разрез реактора для пиролиза углеводородов, на фигуре 4 изображена рабочая лопатка (продольный разрез), на фигуре 5 изображена рабочая лопатка (вид со стороны выходной кромки), на фигуре 6 изображен аппарат для закалки газов пиролиза (в разрезе).

Установка для реализации способа включает подогреватель 1, аппараты для закалки газов пиролиза 2 и 3, реактор 4, газотурбинный двигатель 5, соединенный с реактором 4 валом 6 и с подогревателем 1 выхлопным патрубком 7.

При реализации способа сырье для подогрева и испарения подают из внешнего источника под давлением (на чертеже не показан) в подогреватель 1, выполненный в виде кожухотрубного теплообменника, в межтрубное пространство которого подают выхлопные газы газотурбинного двигателя 5. В подогреватель 1 подают также пар-разбавитель от внешнего источника под давлением (на чертеже не показан) для смешивания с сырьем. Количество пара-разбавителя должно быть достаточным для полного испарения сырья.

Из подогревателя 1 смесь сырья и пара-разбавителя подают в аппараты для закалки газов пиролиза 2 и 3, где за счет утилизации

теплоты газов пиролиза подогревают приблизительно до температуры 550...600°C. Количество этих аппаратов в установке определяется конструктивными соображениями. Подробнее аппарат для закалки газов пиролиза описан ниже.

Из аппаратов для закалки газов пиролиза 2 и 3 смесь сырья с паром-разбавителем подают в реактор 4, выполненный в виде лопаточной машины, рабочим телом которой являются газы пиролиза. В этом реакторе тепло, необходимое для проведения реакций пиролиза, генерируется непосредственно в объеме реагирующей смеси за счет гидродинамического торможения ротора реактора, вращаемого приводом. Температура процесса может поддерживаться либо изменением частоты вращения ротора при постоянной подаче сырья, либо изменением подачи сырья при постоянной частоте вращения ротора.

Газы пиролиза охлаждают приблизительно до температуры 400...450°C в аппаратах для закалки газов пиролиза 2 и 3, а затем для разделения направляют в газоразделительную установку (на чертеже не показана).

Приводом в установке служит газотурбинный двигатель 5. Он соединен с реактором 4 выходным валом 6, а с подогревателем 1 выхлопным патрубком 7. Изображен газотурбинный двигатель простого цикла без промежуточных подогревателей и охладителей рабочего тела. При реализации данного способа могут быть использованы также двигатели, работающие по сложному циклу с использованием промежуточных подогревателей и охладителей рабочего тела. Преимущество имеют двигатели, по частоте вращения допускающие непосредственное соединение с реакторами по данному

изобретению и двигатели, использующие газообразные виды топлива. В последнем случае в качестве топлива можно использовать метано-водородную фракцию, выделяемую из продуктов пиролиза на газоразделительной установке. Наиболее подходящим для первоначального внедрения приводом является газотурбинный двигатель авиационного типа. Присущий таким двигателям несколько пониженный коэффициент полезного действия компенсируется меньшей стоимостью и габаритами, а относительно высокая температура выхлопных газов ( $400...450^{\circ}\text{C}$ ) может быть эффективно использована для предварительного испарения и подогрева сырья. Могут быть использованы и другие приводы, например, электродвигатели или паровые турбины.

Реактор для пиролиза углеводородов по данному изобретению содержит корпус, включающий кожух 8 с крышками 9 и 10. Внутренние поверхности кожуха 8 и крышек 9 и 10 покрыты теплоизоляцией 11, 12 и 13. Корпус включает также жаропрочную оболочку, образованную деталью 14, скрепленной с кожухом 8, и деталями 15 и 16, скрепленными с крышками 9 и 10. К детали 14 крепятся направляющие лопатки 17 и 18. К деталям 15 и 16 крепятся направляющие лопатки 19 и 20. Кожух 8 снабжен патрубками для подвода сырья 21 и патрубками для отвода газов пиролиза 22. Ротор состоит из вала 23 и рабочего колеса 24 с рабочими лопатками 25. Вал 23 опирается на радиальный 26 и радиально-упорный 27 подшипники и уплотнен двойными лабиринтными уплотнениями 28 и 29, в полости которых подается пар от внешнего источника (на чертеже не показан). Хвостовик 30 рабочей лопатки 25 соединен с ободом рабочего колеса 24 замком типа ласточкин хвост. В лопатке 25

выполнены радиальные каналы 31 для пропуска смеси сырья с паром-разбавителем, выполняющей функции охлаждающей среды.

Реактор работает следующим образом. Из патрубков для подвода сырья 21 смесь испаренного сырья и пара-разбавителя поступает в зазор между кожухом 8 и жаропрочной оболочкой и далее по каналам, выполненным в рабочем колесе 24 и рабочих лопатках 25, поступает в кольцевую полость, содержащую рабочие лопатки 25 и направляющие лопатки 17, 18, 19 и 20. Находящаяся в кольцевой полости среда взаимодействует поочередно с рабочими лопатками 25 и неподвижными направляющими лопатками 17, 18, 19 и 20, при этом линии тока имеют вид двух спиралей, свернутых в правое и левое вихревые кольца. Таким образом, возникают два сообщающиеся между собой контура циркуляции газов пиролиза. Момент, тормозящий ротор, передается средой, обтекающей рабочие лопатки 25, направляющим лопаткам 17, 18, 19 и 20. Энергия, теряемая ротором, преобразуется в теплоту непосредственно в объеме пиролизного газа. Вследствие интенсивного перемешивания температура пиролизного газа и концентрации веществ выравниваются по объему реактора. Поступающее сырье практически мгновенно смешивается с газами пиролиза, при этом начальная температура изменяется до температуры пиролиза.

Меридиональная скорость среды в контурах циркуляции может составлять около 500...600 м/с, а суммарный массовый расход в двух контурах циркуляции может ориентировочно в 30...60 раз превышать расход по сырью, подаваемому в реактор. Окружная скорость концов рабочих лопаток может составлять 200...300 м/с (предпочтительно 230...270 м/с), среднее давление в зоне реакции около 0,09...0,15 МПа.

По сравнению с современными газовыми турбинами, где окружная скорость концов рабочих лопаток составляет 300...350 м/с, рабочие лопатки реакторов по данному изобретению испытывают меньшие механические напряжения от действия центробежных сил. Ниже также напряжения изгиба от действия аэродинамических сил, поскольку плотность реагирующей среды в 3...5 раз меньше плотности рабочего газа в газовых турбинах. Однако температура рабочих лопаток реактора может быть несколько выше, чем в газовых турбинах, ввиду того, что для охлаждения лопаток в реакторе используется смесь пара и сырья, предварительно подогретая до температуры около 550...600°C.

Поскольку стенки, ограничивающие реакционный объем, не используются для подвода тепла к реагирующей среде, их температура относительно невысока, что должно привести к уменьшению выделения углерода по сравнению с трубчатыми реакторами при тех же видах сырья. Уменьшения выделения углерода следует ожидать также в результате меньшего, чем в трубчатых реакторах, давления в реакционном объеме. Высокая скорость потока в реакционном объеме будет препятствовать образованию коксовых отложений на всех стенках, ограничивающих этот объем.

Аппарат для закалки газов пиролиза содержит внешнюю трубу 32 и внутреннюю трубу 33, патрубки подвода 34 и патрубки отвода 35 газов пиролиза, патрубки подвода 36 и патрубки отвода 37 охлаждающей среды, сообщающиеся с зазором между трубами, и струйный эжектор, включающий сопло 38, приемную камеру 39 и камеру смешения 40. Сопло 38 соединено с патрубком подвода газов пиролиза 34. Внутренняя труба 33 одним из концов соединена с камерой смешения 40, а другим концом через тройник 41 соединена с

приемной камерой 39 и патрубком отвода газов пиролиза 35. Внешние поверхности аппарата покрыты теплоизоляцией 42.

Поступающие из патрубков 22 имеющие значительную скорость горячие газы пиролиза формируются соплом 38 в струю, которая подсасывает находящиеся в приемной камере 39 охлажденные газы. Образующаяся в камере смешения 40 смесь имеет температуру около  $650...700^{\circ}\text{C}$ . Перемещаясь по внутренней трубе 33, эта смесь охлаждается, отдавая свое тепло среде, протекающей в зазоре между внешней 32 и внутренней 33 трубами по направлению от патрубка 36 к патрубку 37. Часть охлажденной смеси поступает в приемную камеру 39, а часть выводится из аппарата через патрубок 35. Массовый расход смеси во внутренней трубе 33 должен быть приблизительно в два раза больше расхода продуктов пиролиза, поступающего из реактора. Продолжительность закалочного охлаждения продуктов пиролиза определяется только временем смешения струи, формируемой соплом 38, с охлажденными газами в камере смешения 40 и может достигать приблизительно 0,005 с. В то же время размеры внутренней трубы 33 могут быть выбраны достаточно большими, и она может создавать очень незначительный перепад давления. Благоприятным обстоятельством являются весьма низкие давления потоков обоих теплоносителей в данной установке, что позволяет упростить конструкцию аппарата, снизить его массу и стоимость.

Можно ожидать, что по сравнению с установками типа «Миллисеконд» данное изобретение позволит, при соизмеримой длительности контакта, снизить давление в реакционной зоне приблизительно в  $1,5...2$  раза, что должно привести к существенному увеличению выхода олефинов. Более равномерный нагрев сырья в

реакторе по изобретению также позволяет увеличить выход олефинов. Достижению тех же результатов способствует и возможность полной автоматизации процесса.

При разработке реакторов пиролиза по данному изобретению могут быть использованы конструктивные решения, материалы и технологии, применяемые при производстве газовых турбин. Можно ожидать, что при мощности привода 10...16 МВт в пиролизной установке может быть достигнута производительность по углеводородному сырью около 9...15 тонн в час, близкая к производительности действующих трубчатых печей пиролиза, и модернизацию существующих производств этилена и пропилена можно будет производить путем простой замены печных установок установками по изобретению.

Экономический эффект от использования изобретения определяется как сумма эффектов от повышения выхода олефинов по отношению к затраченному сырью, уменьшения стоимости оборудования, а также уменьшения стоимости его обслуживания и ремонта в связи с возможностью поставки в виде агрегатов полной заводской готовности.



## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения низших олефинов пиролизом углеводородов, включающий подогрев и испарение исходного сырья, его смешение с паром-разбавителем, термический пиролиз в реакторе, охлаждение газов пиролиза и последующее разделение их, отличающийся тем, что для термического пиролиза используют реактор в виде лопаточной машины, рабочим телом которой являются газы пиролиза.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в качестве привода реактора используют газотурбинный двигатель.

3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что подогрев сырья и параразбавителя производят в теплообменнике, который соединяют с выхлопным патрубком газотурбинного двигателя.

4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что после подогрева сырья производят дополнительный его подогрев в теплообменнике, соединенном с патрубком отвода газов пиролиза из реактора.

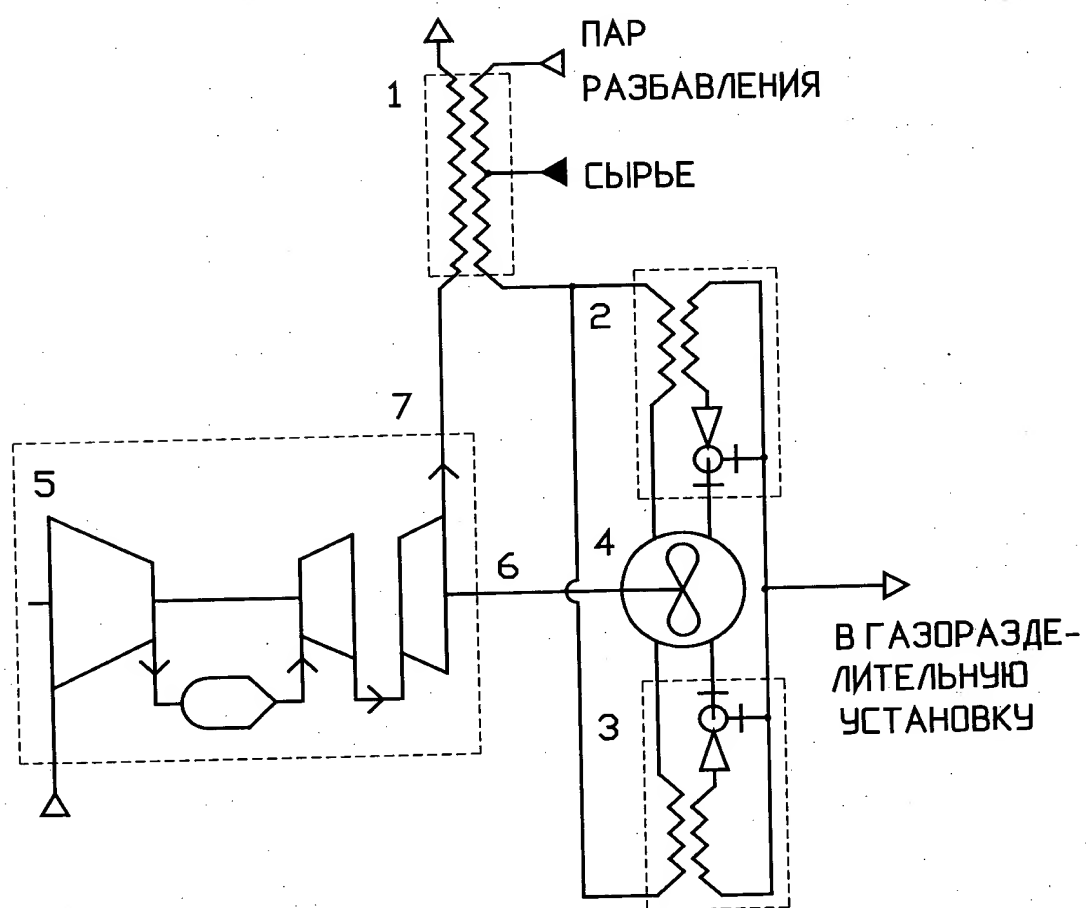
5. Реактор для пиролиза углеводородов, включающий патрубки для подвода сырья и отвода газов пиролиза, отличающийся тем, что он выполнен в виде лопаточной машины, содержащей корпус и ротор, в корпусе выполнена полость, в которой размещены неподвижные направляющие лопатки, соединенные с корпусом, и ротор с рабочими лопатками, при этом патрубки для подвода сырья и отвода газов пиролиза сообщены с этой полостью.

6. Реактор по п. 5, отличающийся тем, что корпус состоит из кожуха и скрепленной с ним внутренней жаропрочной оболочки, при этом кожух изнутри покрыт теплоизоляцией.

7. Реактор по п. 5, отличающийся тем, что рабочие лопатки ротора выполнены радиальными и имеют каналы, сообщающиеся с патрубками для подвода сырья.

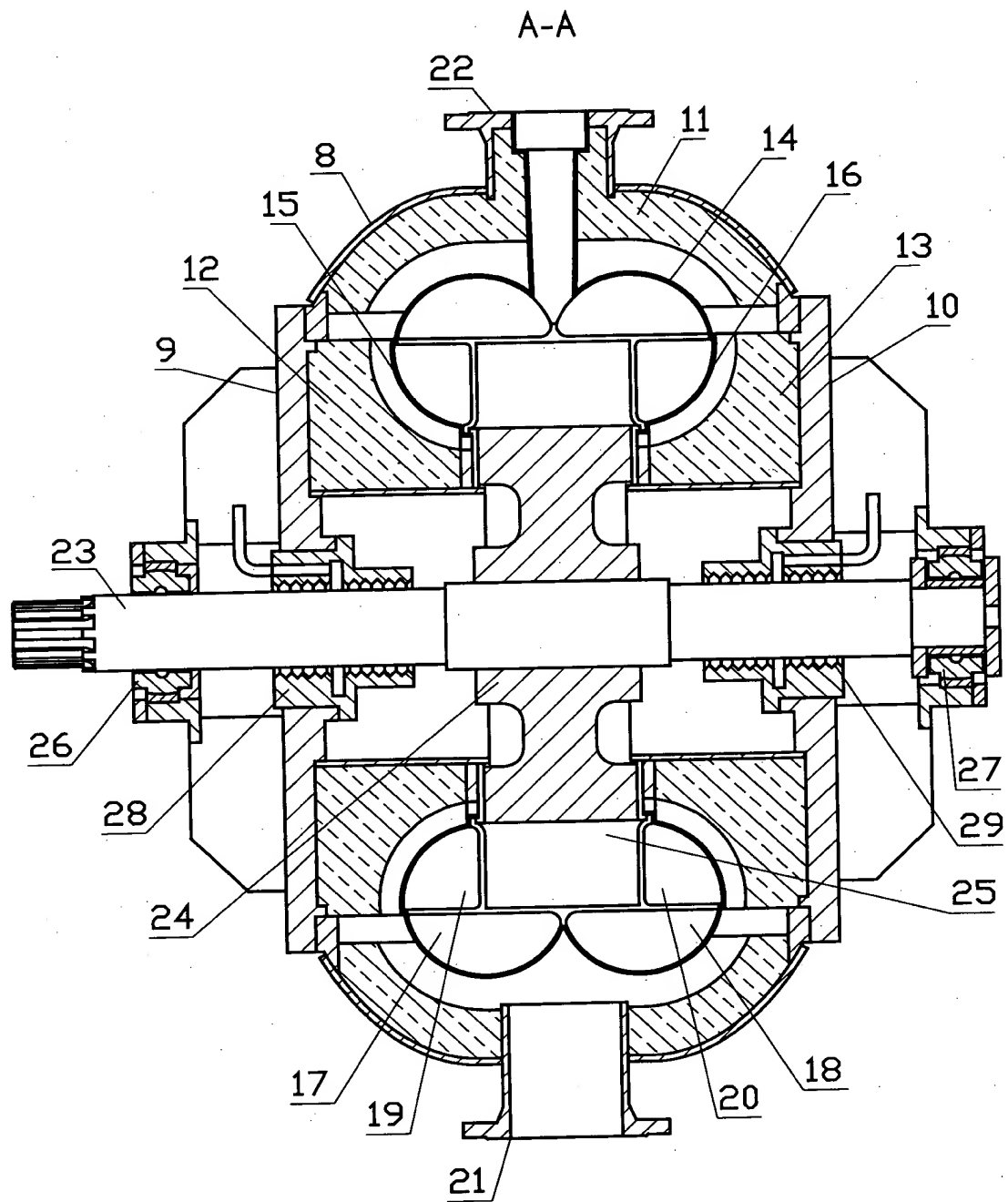
8. Аппарат для закалки газов пиролиза, содержащий теплообменник, имеющий разделенные стенкой объемы охлаждаемой и нагреваемой сред, отличающийся тем, что он снабжен тройником и струйным эжектором, состоящим из сопла, приемной камеры и камеры смешения, причем камера смешения эжектора и один из патрубков тройника сообщены с объемом охлаждаемой среды, а приемная камера эжектора соединена с другим патрубком тройника.

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ, РЕАКТОР ДЛЯ ПИРОЛИЗА  
УГЛЕВОДОРОДОВ И АППАРАТ ДЛЯ ЗАКАЛКИ ГАЗОВ ПИРОЛИЗА



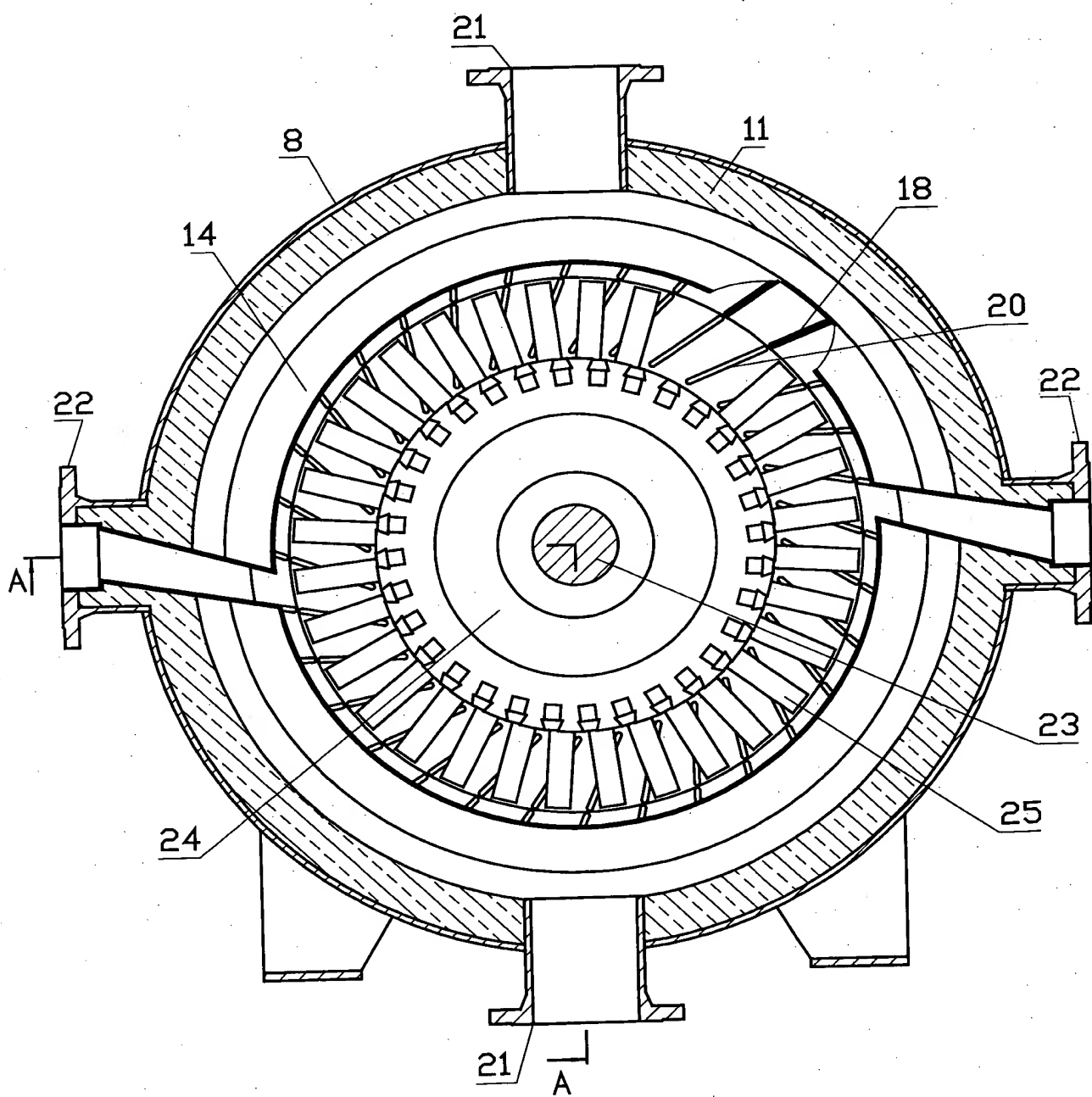
ФИГ. 1

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ, РЕАКТОР ДЛЯ ПИРОЛИЗА  
УГЛЕВОДОРОДОВ И АППАРАТ ДЛЯ ЗАКАЛКИ ГАЗОВ ПИРОЛИЗА



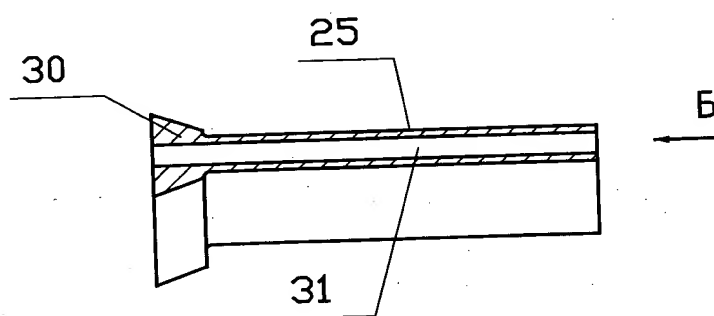
ФИГ. 2

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ, РЕАКТОР ДЛЯ ПИРОЛИЗА  
УГЛЕВОДОДОРОВ И АППАРАТ ДЛЯ ЗАКАЛКИ ГАЗОВ ПИРОЛИЗА

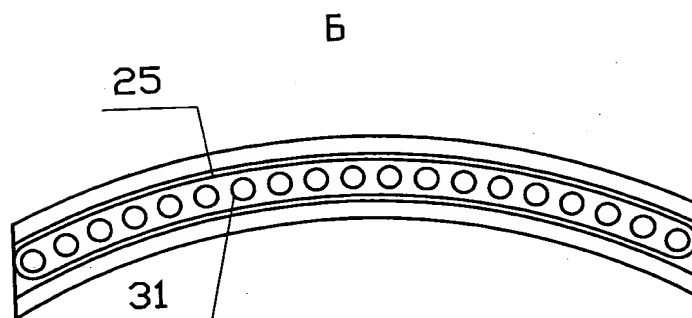


ФИГ. 3

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ, РЕАКТОР ДЛЯ ПИРОЛИЗА  
УГЛЕВОДОРОДОВ И АППАРАТ ДЛЯ ЗАКАЛКИ ГАЗОВ ПИРОЛИЗА

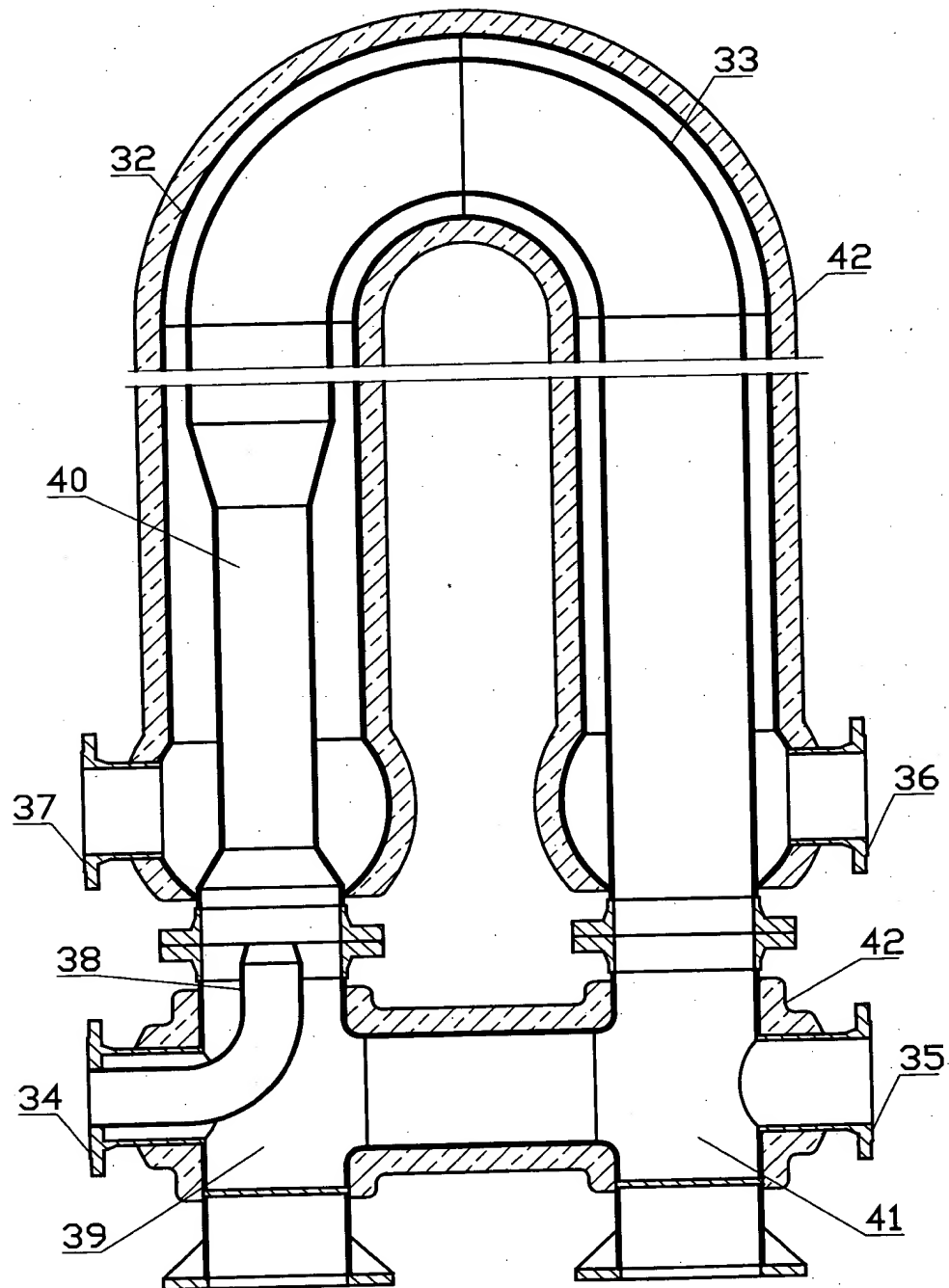


ФИГ. 4



ФИГ. 5

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ, РЕАКТОР ДЛЯ ПИРОЛИЗА  
УГЛЕВОДОРОДОВ И АППАРАТ ДЛЯ ЗАКАЛКИ ГАЗОВ ПИРОЛИЗА



ФИГ. 6

РЕФЕРАТ

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗШИХ ОЛЕФИНОВ,  
РЕАКТОР ДЛЯ ПИРОЛИЗА УГЛЕВОДОРОДОВ И АППАРАТ ДЛЯ  
ЗАКАЛКИ ГАЗОВ ПИРОЛИЗА

Изобретение относится к нефтехимической промышленности, к технологиям получения олефинов термическим пиролизом углеводородов. Задача повышения выхода олефинов решается снижением давления в зоне пиролиза путем использования реактора в виде лопаточной машины, корпус которой образует кольцевую полость, где размещены неподвижные лопатки и ротор с рабочими лопатками. Закалку газов пиролиза предпочтительно производят в аппарате с разделенными объемами охлаждаемой и нагреваемой сред, тройником и струйным эжектором, при этом камера смешения эжектора и один из патрубков тройника сообщаются с объемом охлаждаемой среды, а приемная камера эжектора соединена с другим патрубком тройника.

8 п. ф-лы, 6 фиг.